

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-97941

(43) 公開日 平成7年(1995)4月11日

(51) Int.Cl.⁶

F 0 2 D 41/02

識別記号

3 0 5

庁内整理番号

8011-3G

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平5-242632

(22) 出願日 平成5年(1993)9月29日

(71) 出願人 593024380

株式会社アイシーティー

大阪府大阪市中央区高麗橋4丁目1番1号

(71) 出願人 000006286

三菱自動車工業株式会社

東京都港区芝五丁目33番8号

(72) 発明者 一本 和宏

東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車

工業株式会社内

(72) 発明者 団野 喜朗

東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車

工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 真田 有

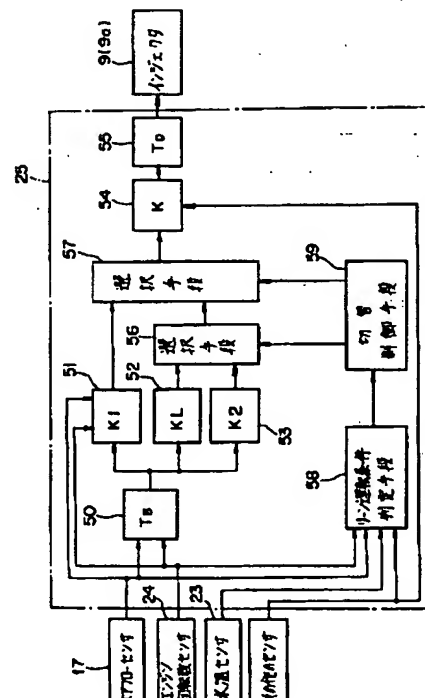
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 希薄燃焼式内燃機関の制御方法

(57) 【要約】

【目的】 本発明は、所要の運転条件下ではストイキオよりもリーンでの希薄燃焼運転を行なう希薄燃焼式内燃機関の制御方法に関し、リーン運転時におけるNO_x浄化を効果的に行なえるようにすることを目的とする。

【構成】 希薄燃焼式内燃機関の排気系に、希薄燃焼状態で運転すると時間経過とともにNO_x浄化効率が低下するがストイキオまたはリッチでの運転状態に切り替えるとNO_x浄化効率が回復するような特性を有するNO_x浄化部材をそなえ、希薄燃焼運転中において、NO_x浄化部材のNO_x浄化効率が低下すると、一時的にストイキオまたはリッチでの運転状態に切り替えるように構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 所要の運転条件下では理論空燃比よりも希薄側空燃比での希薄燃焼運転を行なう希薄燃焼式内燃機関において、その排気系に、希薄燃焼状態で運転すると時間経過とともにNO_x浄化効率が低下するが該理論空燃比または該理論空燃比よりも過濃側空燃比での運転状態に切り替えるとNO_x浄化効率が回復するような特性を有するNO_x浄化部材をそなえ、該希薄燃焼運転中において、該NO_x浄化部材のNO_x浄化効率が低下すると、一時的に該理論空燃比または該過濃側空燃比での運転状態に切り替えることを特徴とする、希薄燃焼式内燃機関の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、所要の運転条件下では理論空燃比よりも希薄側空燃比での希薄燃焼運転を行なう希薄燃焼式内燃機関の制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、所要の運転条件下では理論空燃比（ストイキオ）よりも希薄側空燃比（リーン）での希薄燃焼運転を行なう希薄燃焼式内燃機関（所謂リーンバーンエンジン）が提供されている。そして、かかるリーンバーンエンジンでは、排ガス対策として、排気系に三元触媒を設置している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような従来のリーンバーンエンジンにおける排ガス対策では、加速時等、ストイキオで運転する場合は、三元触媒が機能して排ガスを浄化するが、定常走行時等、リーン状態で運転する場合は、三元触媒が機能せず、特に排ガス中のNO_x成分が増加する。

【0004】本発明は、このような課題に鑑み創案されたもので、リーン運転時におけるNO_x浄化を効果的に行なえるようにした、希薄燃焼式内燃機関の制御方法を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】このため、本発明の希薄燃焼式内燃機関の制御方法は、希薄燃焼式内燃機関の排気系に、希薄燃焼状態で運転すると時間経過とともにNO_x浄化効率が低下するが該理論空燃比または該理論空燃比よりも過濃側空燃比での運転状態に切り替えるとNO_x浄化効率が回復するような特性を有するNO_x浄化部材をそなえ、該希薄燃焼運転中において、該NO_x浄化部材のNO_x浄化効率が低下すると、一時的に該理論空燃比または該過濃側空燃比での運転状態に切り替えることを特徴としている。

【0006】

【作用】上述の本発明の希薄燃焼式内燃機関の制御方法では、希薄燃焼運転中において、該NO_x浄化部材のNO_x浄化効率が低下すると、一時的に該理論空燃比また

は該過濃側空燃比での運転状態に切り替えることが行なわれる。すると、NO_x浄化部材は、低下していたNO_x浄化効率を回復する。

【0007】

【実施例】以下、図面により、本発明の一実施例としての希薄燃焼式内燃機関の制御方法について説明すると、図1は本方法を実施するための装置の制御ブロック図、図2は本方法を実施するためのエンジンシステムを示す全体構成図、図3は本方法を実施するためのエンジンシステムの制御系を示すハードブロック図、図4は本方法を説明するためのフローチャート、図5は本方法を説明するためのタイムチャート、図6はNO_x浄化部材の特性図、図7は10モード、15モード走行時の特性図である。

【0008】さて、本方法を実施するための自動車用のエンジンは、所要の運転条件下では理論空燃比（ストイキオ）よりも希薄側空燃比（リーン）での希薄燃焼運転（リーンバーン運転）を行なうリーンバーンエンジンとして構成されているが、このエンジンシステムは、図2に示すようになる。すなわち、この図2において、エンジン（内燃機関）1は、その燃焼室2に通じる吸気通路3および排気通路4を有しており、吸気通路3と燃焼室2とは吸気弁5によって連通制御されるとともに、排気通路4と燃焼室2とは排気弁6によって連通制御されるようになっている。

【0009】また、吸気通路3には、その上流側から順に、エアクリーナ7、スロットル弁8および電磁式燃料噴射弁（インジェクタ）9が設けられており、排気通路4には、その上流側から順に、NO_x浄化部材100、三元触媒10および図示しないマフラ（消音器）が設けられている。ここで、NO_x浄化部材100は、希薄燃焼状態で運転すると時間経過とともにNO_x浄化効率が低下するがストイキオまたはストイキオよりも過濃側空燃比（リッチ）での運転状態に切り替えるとNO_x浄化効率が回復するような特性（図6参照）を有するもので、このNO_x浄化部材100は、上記のような特性を得るために次のような特徴を有している。

【0010】すなわち、NO_x浄化部材100は、一般的には、ハニカム担体に触媒活性成分と耐火性無機酸化物とを含有してなるものを担持して構成される。例えば、触媒活性成分は、白金、パラジウムよりなる群から選ばれた少なくとも1種の貴金属およびカリウム、ナトリウム、ルビジウム、セシウムよりなる群から選ばれた少なくとも1種のアルカリ金属からなる触媒活性成分とジルコニア、チタニア、アルミナ、アルミナーチタニア、アルミナージルコニア、チタニア−ジルコニアよりなる群から選ばれた少なくとも1種の耐火性無機酸化物とを含有するものである。

【0011】また、NO_x浄化部材100の形態としては、ハニカム状のコーゼライト質担体に上記の構成

分を担持したものである。さらに、白金、パラジウムよりなる群から選ばれた少なくとも1種の貴金属量は、担体1リットル当たり0.1~10gである。カリウム、ナトリウム、ルビジウム、セシウムよりなる群から選ばれた少なくとも1種のアルカリ金属の使用量は、担体1リットル当たり1~30gである。上記の耐火性無機酸化物は、通常、粉末状であり、そのBET比表面積は、 $50 \sim 300 \text{ m}^2 / \text{g}$ であり、その使用量は、担体1リットル当たり100~300gである。

【0012】 NO_x 浄化部材100の調製としては、通常の調製方法でもできるが、例えば以下の方法がある。貴金属を含有する水溶液と耐火性無機酸化物とを混合した後、乾燥および焼成し、貴金属担持耐火性酸化物の粉体を得る。この粉体を湿式粉碎し、水性スラリーを得、このスラリーを担体に被覆した後、乾燥および焼成する。さらに、スラリーを被覆した担体をアルカリ金属の水溶液に浸漬した後、乾燥および焼成する。

【0013】また、三元触媒10は、ストイキオ運転状態で、CO、HC、 NO_x を浄化するもので、公知のものである。さらに、スロットル弁8は、ワイヤケーブルを介してアクセルペダル（図示せず）に連結されており、このアクセルペダルの踏み込み量に応じて開度を調整されるようになっている。

【0014】従って、スロットル弁8の開度に応じ、エアクリーナ7を通じて吸入された空気が吸気マニホールド部分でインジェクタ9からの燃料と適宜の空燃比となるように混合されて、燃焼室2へ供給されるようになっている。また、このエンジン1の運転状態を制御するために、種々のセンサが設けられている。図2に示すように、まず、エアクリーナ7を通過した吸気が吸気通路3内に流入する部分には、吸入空気量をカルマン渦情報から検出するエアフローセンサ（吸気量センサ）17や吸気温度センサ18、大気圧センサ19がそなえられている。

【0015】また、吸気通路3におけるスロットル弁8の配設部分には、スロットル弁8の開度を検出するポテンシオメータ式のスロットルポジションセンサ20のほかに、アイドルスイッチ21がそなえられている。さらに、排気通路4側における NO_x 浄化部材100の上流側部分に、排気ガス中の酸素濃度（ O_2 濃度）を空燃比リーン側において線形に検出するリニア酸素濃度センサ（以下、単に「リニア O_2 センサ」という）22がそなえられるほか、その他のセンサとして、エンジン1用の冷却水の温度を検出する水温センサ23や、図3に示すクランク角度を検出するクランク角センサ24（このクランク角センサ24はエンジン回転数 N_e を検出する回転数センサとしての機能も兼ねている）などがそなえられている。

【0016】そして、これらのセンサやスイッチからの検出信号は、図3に示すような電子制御ユニット（EC

U）25へ入力されるようになっている。ここで、このECU25のハードウェア構成は、図3に示すようになるが、このECU25は、その主要部としてCPU（演算装置）26をそなえており、このCPU26には、吸気温度センサ18、大気圧センサ19、スロットルポジションセンサ20、リニア O_2 センサ22、水温センサ23等からの検出信号が、入力インターフェース28およびアナログ/デジタルコンバータ29を介して入力される。

【0017】また、CPU26には、エアフローセンサ17、クランク角センサ24、車速センサ30等からの検出信号が、入力インターフェース35を介して直接入力される。さらに、CPU26は、バスラインを介して、プログラムデータや固定値データのほか各種データを記憶するROM（記憶手段）36や更新して順次書き換えられるRAM37との間でデータの授受を行なうようになっている。

【0018】また、CPU26による演算の結果、ECU25からは、エンジン1の運転状態を制御するための信号、例えば、燃料噴射制御信号、点火時期制御信号等の各種制御信号が出力されるようになっている。ここで、燃料噴射制御（空燃比制御）信号は、CPU26から噴射ドライバ39を介して、インジェクタ9を駆動させるためのインジェクタソレノイド9a（正確にはインジェクタソレノイド9a用のトランジスタ）へ出力されるようになっている。点火時期制御信号は、CPU26から点火ドライバ40を介して、パワートランジスタ41へ出力され、このパワートランジスタ41から点火コイル42を介しディストリビュータ43により各点火プラグ16に順次火花を発生させるようになっている。

【0019】今、燃料噴射制御（空燃比制御）に着目すると、この燃料噴射制御（インジェクタ駆動時間制御）のために、ECU25は、図1に示すように、基本駆動時間決定手段50、空燃比補正係数設定手段51、リーン空燃比補正係数設定手段52、リッチ/ストイキオ空燃比補正係数設定手段53、その他補正係数設定手段54、デッドタイム補正手段55、選択手段56、57の機能をそなえており、更にリーン運転条件判定手段58、切替制御手段59の機能も有している。

【0020】ここで、基本駆動時間決定手段50は、インジェクタ9のための基本駆動時間 T_B を決定するもので、このため、この基本駆動時間決定手段50はエアフローセンサ17からの吸入空気量 A 情報とクランク角センサ（エンジン回転数センサ）24からのエンジン回転数 N 情報とからエンジン1回転あたりの吸入空気量 A/N 情報を求め、この情報に基づき基本駆動時間 T_B を決定するようになっている。

【0021】空燃比補正係数設定手段51は、運転状態に応じて空燃比をリッチまたはストイキオにするための空燃比補正係数 K_1 を設定するものである。リーン空燃

比補正係数設定手段52は、空燃比をリーンにするための空燃比補正係数KLを設定するもので、リッチ/ストイキオ空燃比補正係数設定手段53は空燃比をリッチ（またはストイキオ）にするための空燃比補正係数K2を設定するものである。

【0022】その他補正係数設定手段54は、エンジン冷却水温、吸気温、大気圧等に応じた補正係数Kを設定するものである。また、デッドタイム補正手段55はバッテリー電圧に応じて駆動時間を補正するためデッドタイム（無効時間） T_D を設定するものである。選択手段56は、リーン空燃比補正係数設定手段52からの空燃比補正係数KLまたはリッチ/ストイキオ空燃比補正係数設定手段53からの空燃比補正係数K2のいずれかを選択するもので、選択手段57は、空燃比補正係数設定手段52からの空燃比補正係数K1または選択手段56からの空燃比補正係数KL若しくはK2のいずれかを選択するものである。

【0023】リーン運転条件判定手段58は、リーンバーン運転を行なうことができる条件が成立したかどうかを判定するもので、切替制御手段59は、リーン運転条件判定手段58での判定結果及び内蔵するタイマでの経時情報に基づいて、選択手段56、57の切替制御を行なうものである。そして、燃料噴射時間 T_{INJ} は、 $T_B \times K1 \times K + T_D$ 又は $T_B \times KL \times K + T_D$ 又は $T_B \times K2 \times K + T_D$ のいずれかとなり、この時間 T_{INJ} で燃料が噴射されるようになっているのである。

【0024】次に、上記のようにNOx浄化部材100や三元触媒10を排気系に有するリーンバーンエンジンにおける燃料噴射制御（空燃比制御）について、図4に示すフローチャートを用いて説明する。まず、ステップA1で、A/Nやエンジン回転数Neや冷却水温Tw等を読み込んで、ステップA2で、リーン運転条件が成立したかどうかを判定する。かかる判定はリーン運転条件判定手段58にて行なわれる。最初は、リーン運転条件が成立していないので、ステップA3で、タイマ値TBを0にし、ステップA4で、リッチ化フラグをリセットし、ステップA5で、運転状態に応じて空燃比をリッチまたはストイキオにするための空燃比補正係数K1を設定する。この空燃比補正係数K1の設定は、空燃比補正係数設定手段51にて行なわれる。これにより、 $T_B \times K1 \times K + T_D$ で決まる燃料噴射時間 T_{INJ} で燃料が噴射され、その結果、エンジン1はリッチまたはストイキオの状態運転される。

【0025】その後、ステップA2で、リーン運転条件が成立すると、ステップA2でYESルートをとって、ステップA6で、リッチ化フラグセットかどうかを判定する。この場合、ステップA4でリッチ化フラグリセットにされているから、NOルートをとって、ステップA7で、A/Nやエンジン回転数Neに応じたNOx浄化部材性能低下時間tbを設定し、ステップA8で、タイ

マ値TBが設定時間tbを越えたかどうかを判定する。もし、越えていない場合は、ステップA8で、NOルートをとって、ステップA9で、空燃比をリーンにするための空燃比補正係数KLを設定する。この空燃比補正係数KLの設定は、リーン空燃比補正係数設定手段52にて行なわれる。そして、このとき、選択手段56、57は空燃比補正係数KLを選択するように切り替わっている。これにより、 $T_B \times KL \times K + T_D$ で決まる燃料噴射時間 T_{INJ} で燃料が噴射され、その結果、エンジン1はリーンバーン状態で運転される。

【0026】このとき、排気通路4に設けられたNOx浄化部材100は、時間経過とともにNOx浄化効率が低下してきている。そして、ステップA8で、タイマ値TBが設定時間tbを越えると、ステップA10で、タイマ値TBを0にし、ステップA11で、リッチ化フラグをセットし、ステップA12で、空燃比をリッチ（またはストイキオ）にするための空燃比補正係数K2を設定する。この空燃比補正係数K2の設定は、リッチ/ストイキオ空燃比補正係数設定手段53にて行なわれる。勿論このとき、選択手段56、57は空燃比補正係数K2を選択するように切り替わっている。その後も、リーン運転条件が成立しているとする、その後は、ステップA6でYESルートをとって、ステップA13で、設定時間tn（一定時間：例えば数秒）が経過したかどうかを判定する。最初はまだ経過していないので、ステップA12で、空燃比をリッチ（またはストイキオ）にするための空燃比補正係数K2を設定する。このような処理は設定時間tnが経過するまで行なわれる。これにより、リーンバーン状態での運転中に、NOx浄化部材性能低下時間tbが経過すると、設定時間tnの間、 $T_B \times K2 \times K + T_D$ で決まる燃料噴射時間 T_{INJ} で燃料が噴射され、その結果、この間、エンジン1は、リッチ（またはストイキオ）の状態運転される。

【0027】これにより、排気通路4に設けられたNOx浄化部材100のNOx浄化効率が回復する。そして、設定時間tnが経過すると、ステップA13でYESルートをとって、ステップA14で、リッチ化フラグをリセットして、空燃比をリーンにするための空燃比補正係数KLを設定する（ステップA9）。勿論このとき、選択手段56、57は空燃比補正係数KLを選択するように切り替わる。これにより、再度、 $T_B \times KL \times K + T_D$ で決まる燃料噴射時間 T_{INJ} で燃料が噴射され、その結果、エンジン1はリーンバーン状態での運転を再開する。

【0028】このときはNOx浄化部材100のNOx浄化効率は回復している、再度リーンバーン運転を行なっても、NOx浄化を期待できる。以降は、リーンバーン状態での運転が継続している場合に、同様の処理を繰り返すため、リーンバーン運転中においては、設定時間tbが経過する毎に、一時的に即ちtn時間だけ、

エンジン1はリッチ（またはストイキオ）の状態での運転に切り替えられる。

【0029】これにより、排気通路4に設けられたNO_x浄化部材100は、リーンバーン運転中において、時間経過とともにNO_x浄化効率が低下するが、設定時間t_bが経過する毎に、NO_x浄化効率を回復せしめられる。その結果、NO_x浄化部材100による浄化性能を十分に保持することができる。ここで、上記リーンバーン運転中の空燃比変化とNO_x浄化率との関係を車速一定として示すと、図5に示すようになる。

【0030】なお、リーン運転条件が成立していない図6に示すような10モード、15モード走行時の運転又は一般走行時においては、自然に加減速を繰り返すため、設定空燃比はリッチ/ストイキオとリーンと変化し、NO_x浄化部材100による浄化性能は自然に回復する。また、上記実施例では、NO_x浄化部材100の下流側に、三元触媒10を配置しているが、この三元触媒10の代わりに、酸化触媒を配置してもよく、更には、NO_x浄化部材100の上流側に、三元触媒10又は酸化触媒を配置することもできる。

【0031】さらに、リーンバーン運転中において、NO_x浄化部材100のNO_x浄化効率が低下する時間（設定時間）t_bが経過する毎に、一時的にストイキオまたはリッチでの運転状態に切り替えるようにする代わりに、リーンバーン運転中において、実際にNO_x浄化部材100のNO_x浄化効率が低下したことが検出されると、一時的にストイキオまたはリッチでの運転状態に切り替えるようにすることも勿論できる。この場合、リーンバーン運転中におけるNO_x浄化部材100のNO_x浄化効率低下度は、リニアO₂センサ22等の入力に基づきコンピュータのベースマップにより又はNO_xセンサのようなもので検出する。

【0032】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明の希薄燃焼式内燃機関の制御方法によれば、所要の運転条件下では理論空燃比よりも希薄側空燃比での希薄燃焼運転を行なう希薄燃焼式内燃機関において、その排気系に、希薄燃焼状態で運転すると時間経過とともにNO_x浄化効率が低下するが該理論空燃比または該理論空燃比よりも過濃側空燃比での運転状態に切り替えるとNO_x浄化効率が回復するような特性を有するNO_x浄化部材をそなえ、該希薄燃焼運転中において、該NO_x浄化部材のNO_x浄化効率が低下すると、一時的に該理論空燃比または該過濃側空燃比での運転状態に切り替えることが行なわれるので、NO_x浄化部材は、希薄燃焼運転中において、時間経過とともにNO_x浄化効率が低下していても、周期的又は一時的に、NO_x浄化効率を回復せしめられ、その結果、NO_x浄化部材による浄化性能を十分に保持できる利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例としての希薄燃焼式内燃機関の制御方法を実施するための装置の制御ブロック図である。

【図2】本方法を実施するためのエンジンシステムを示す全体構成図である。

【図3】本方法を実施するためのエンジンシステムの制御系を示すハードブロック図である。

【図4】本方法を説明するためのフローチャートである。

【図5】本方法を説明するためのタイムチャートである。

【図6】NO_x浄化部材の特性図である。

【図7】10モード、15モード走行時の特性図である。

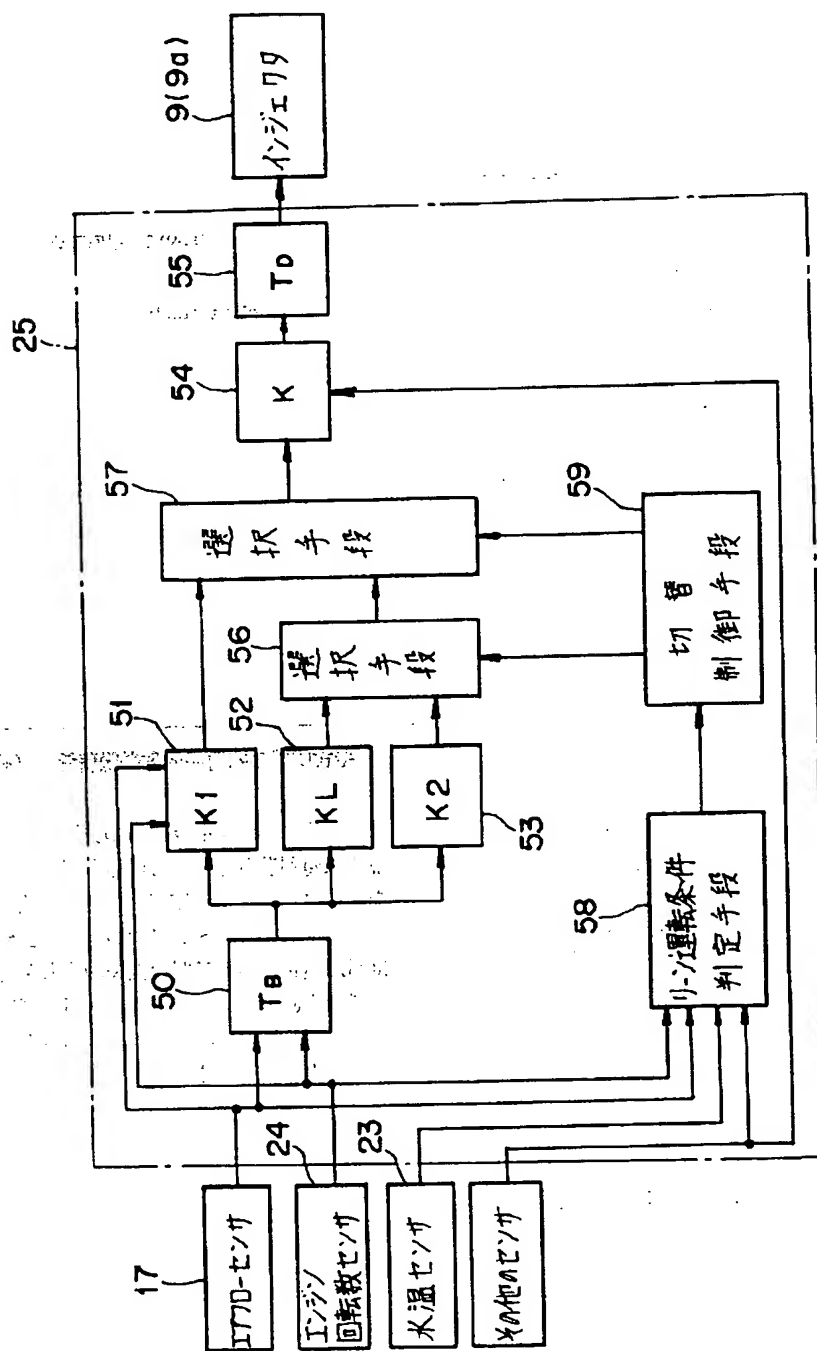
【符号の説明】

- 1 エンジン（内燃機関）
- 2 燃焼室
- 3 吸気通路
- 4 排気通路
- 5 吸気弁
- 6 排気弁
- 7 エアクリーナ
- 8 スロットル弁
- 9 電磁式燃料噴射弁（インジェクタ）
- 9a インジェクタソレノイド
- 10 三元触媒
- 16 点火プラグ
- 17 エアフローセンサ（吸気量センサ）
- 18 吸気温センサ
- 19 大気圧センサ
- 20 スロットルポジションセンサ
- 21 アイドルスイッチ
- 22 リニアO₂センサ
- 23 水温センサ
- 24 クランク角センサ（エンジン回転数センサ）
- 25 電子制御ユニット（ECU）
- 26 CPU（演算装置）
- 28 入力インタフェース
- 29 アナログ/ディジタルコンバータ
- 30 車速センサ
- 35 入力インタフェース
- 36 ROM（記憶手段）
- 37 RAM
- 39 噴射ドライバ
- 40 点火ドライバ
- 41 パワートランジスタ
- 42 点火コイル
- 43 ディストリビュータ
- 50 基本駆動時間決定手段
- 51 空燃比補正係数設定手段

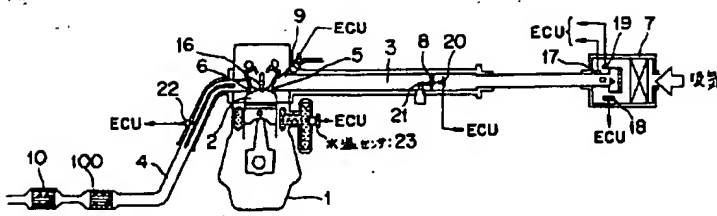
- 52 リーン空燃比補正係数設定手段
- 53 リッチ/ストイキオ空燃比補正係数設定手段
- 54 その他補正係数設定手段
- 55 デッドタイム補正手段

- 56, 57 選択手段
- 58 リーン運転条件判定手段
- 59 切替制御手段
- 100 NOx浄化部材

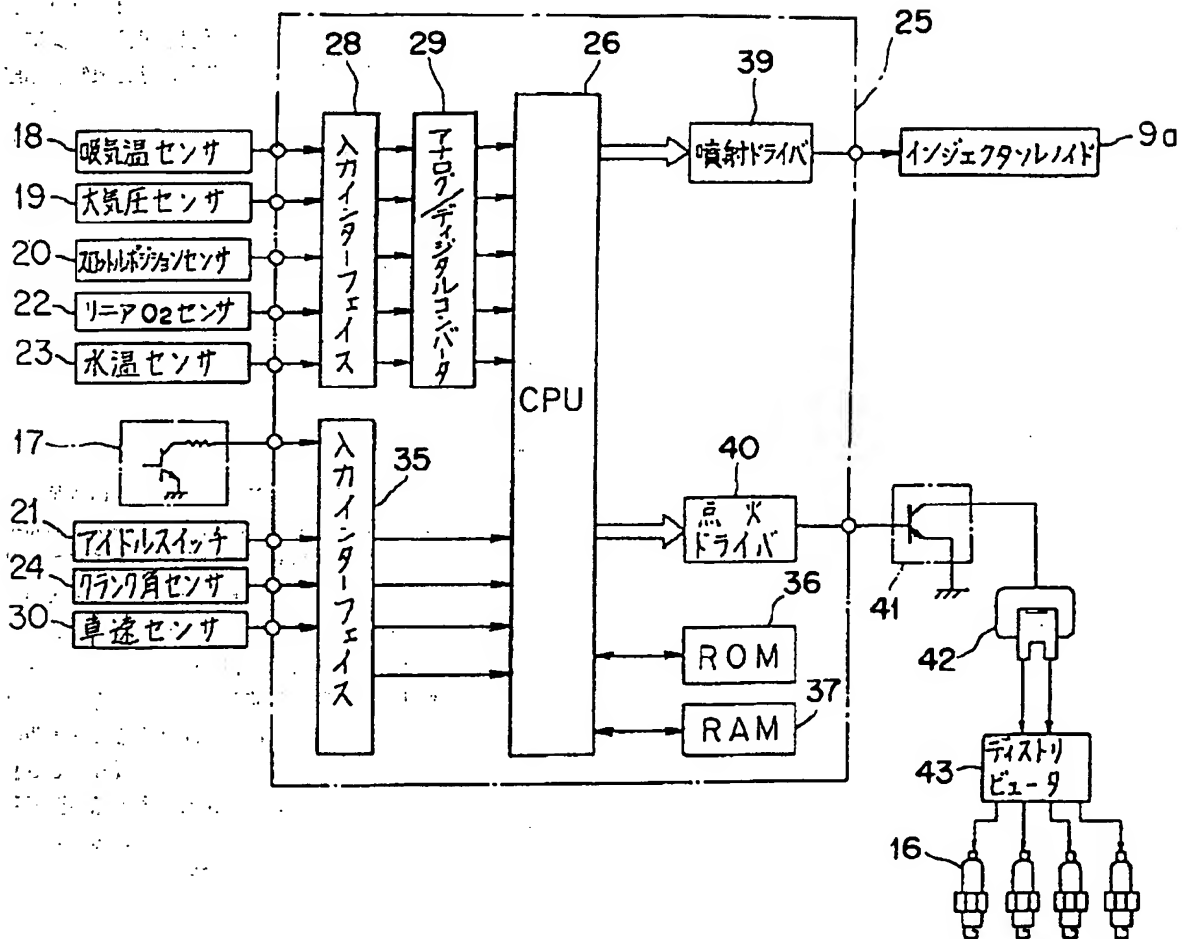
【図1】



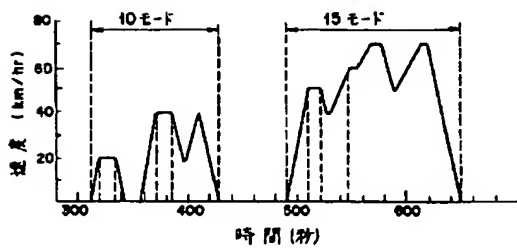
【図2】



【図3】

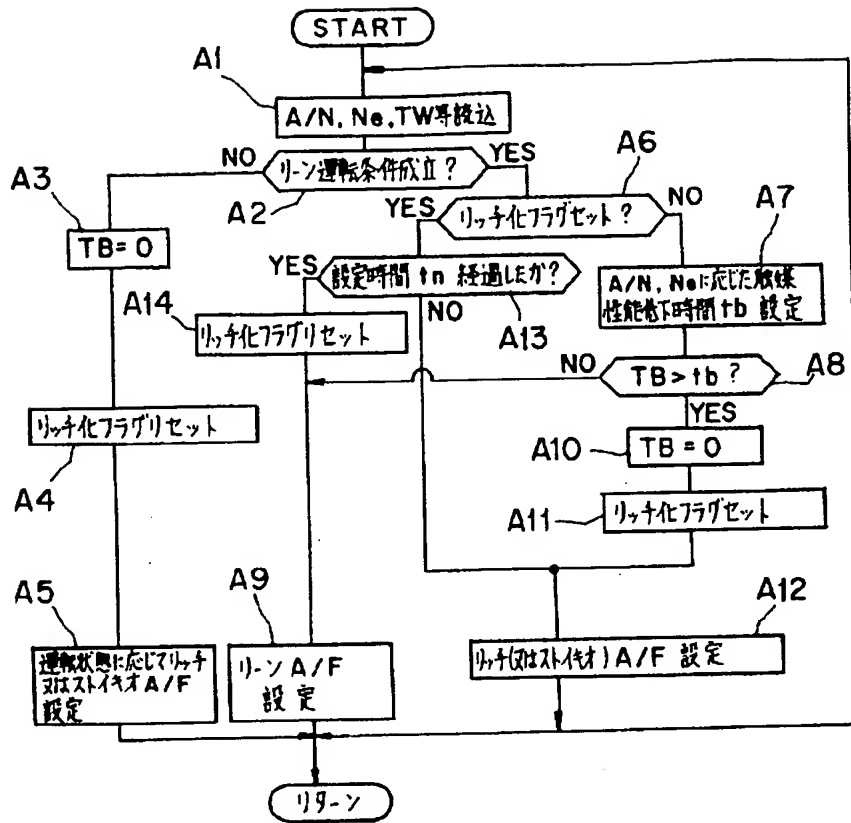


【図7】

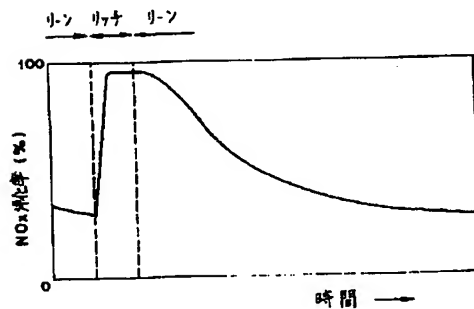


【図4】

【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 古賀 一雄
東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車
工業株式会社内
(72)発明者 児玉 嘉明
東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車
工業株式会社内

(72)発明者 三林 大介
東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車
工業株式会社内
(72)発明者 堀 正雄
兵庫県姫路市網干区興浜字西沖992番地の
1 株式会社日本触媒触媒研究所内

(72)発明者 乾 哲

兵庫県姫路市網干区興浜字西沖992番地の

1 株式会社日本触媒触媒研究所内

(72)発明者 土谷 一雄

兵庫県姫路市網干区興浜字西沖992番地の

1 株式会社日本触媒触媒研究所内

BLANK PAGE

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

BLANK PAGE